

МЕТАБОЛИЗМ ФОСФОРА В ОРГАНАХ ХЛОПЧАТНИКА, ВЫРАЩИВАЕМОГО КУРА- АРАЗСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

А.М.ГУСЕЙНОВ, Н.В.ГУСЕЙНОВ, кандидаты сельскохозяйственных наук
Аз.СХА

Фосфор участвует в разнообразных процессах растительного организма в большинстве случаев в виде остатка ортофосфорной кислоты, которая, вступая в контакт с органическими соединениями, образует связи, обладающие значительным энергетическим напряжением и называемые макроэргическими.

В организме остатки фосфорной кислоты, вступившие в состав того или иного органического вещества в процессе фосфорилирования, могут передаваться другим веществам, и таким путем образовывать необходимые для жизни организма новые фосфоросодержащие соединения.

Соединения фосфора в растениях разнообразны по химическому составу и физиологическим функциям. Из них прежде всего следует назвать нуклеотиды, включающие АМФ, АДФ и АТФ (аденозин моно-, ди- и трифосфатные кислоты).

Установлена их активная физиологическая роль в превращении и биосинтезе углеводов, липидов и белковом обмене.

Важная роль в растительной клетке принадлежит веществам липоидного характера-фосфотидам. По физическим и химическим свойствам они сходны с жирами, но в отличие от них содержат фосфор и азот или только фосфор.

Фосфатиды являются составными частями протоплазмы, участвуют в структуре протоплазмы. По современным воззрениям тончайшее строение плазмы клетки создается определенным расположением молекул фосфатидов между цепочками белковых молекул. При этом фосфатиды, сосредотачиваясь главным образом в пограничных слоях протоплазмы, как жироподобные вещества оказывают сильное влияние на проницаемость протоплазмы для воды и растворенных веществ.

Усиление фосфатного питания приводит к накоплению в растении важных составных частей клетки-фосфатидов, которые, изменяя проницаемость протоплазмы, оказывают положительное влияние на водный режим растения, а в связи с этим и на ход процессов обмена.

Фосфорная кислота входит в состав нуклеиновой, последняя в соединении с белковыми веществами находится в растениях в виде нуклеопротеидов, которые играют в их жизни очень важную роль.

При небольшом изменении фосфатного режима может снижаться или повышаться содержание других форм фосфорных соединений, а не нуклеопротеидов. В таком состоянии растение не может нормально развиваться. Наблюдаемое на хлопчат-

нике ускорение развития при внесении фосфора, вероятно, связано с воздействием его на образование фосфатидов и нуклеопротеидов.

Другие формы соединения фосфора с органическими веществами это фитин и сахарофосфаты. Они являются запасными веществами в семенах и используются во время прорастания.

В хлопчатнике кроме органических всегда имеются во всех органах неорганические фосфаты. При высоком обеспечении растений фосфатами содержание неорганических может достигать больших величин. В листьях, стеблях и ветвях они часто превалируют над органическими. Неорганические фосфаты, как и органические, необходимы каждой растительной клетке.

Можно предполагать, что неорганические фосфаты обеспечивают буферные свойства клеточному соку, поддерживают тургор ткани. Вероятно, также, что образование органических соединений происходит только при наличии в клеточном соке известной концентрации неорганических фосфатов.

Изучение фосфорного питания растений и их фосфорного обмена является предметом многочисленных исследований. Говоря о фосфорном обмене, А.В.Соколов пишет, что "не зная особенностей фосфорного обмена в растениях, нельзя вполне сознательно регулировать фосфорное питание растений внесением удобрений".

Из исследователей А.В.Соколов, А.М.Белюсов, Т.К.Раджабова, З.Б.Агаларова, Э.С.Вашадзе, З.Н.Каштанова, Расулов Д.А., М.И.Джафаров, А.Н.Усманов, А.М.Гусейнов показывают, что в зависимости от условий питания изменяется не только накопление форм фосфорных соединений, но соответственно и качество получаемой продукции.

Из литературы видно, что немало исследователей работало над изучением влияния различных внешних факторов, и, в частности, условий питания на изменение содержания форм фосфоросодержащих соединений в вегетативных органах растений. Что же касается длительного влияния минерального питания на содержание форм фосфоросодержащих соединений в органах хлопчатника при монокультуре. По этому вопросу исследований почти не проведено. Целью наших исследований являлось изучение длительного влияния условий минерального питания на содержание фосфоросодержащих соединений в органах хлопчатника.

Для определения форм фосфорных соединений в органах хлопчатника в зависимости от длительного влияния минерального питания в почве анализи-

ровались листья и стебли в фазе массовой бутонизации и цветения, а в конце вегетации стебли со створками и семенами.

В растительных анализах определялся общий фосфор по Гинзбургу и Щеглевой, минеральные, органические водорастворимые и кислоторастворимые фосфаты, фосфатиды и нуклеопро-теиды - по А.В.Соколову (Л.П.Вол-лейдт-1968).

Молодые растения богаты фосфо-ром, они используют его запасы в семе-нах и жадно поглощают P_2O_5 из окру-жающей питательной среды. В форме каких же соединений накапливается в молодых растениях P_2O_5 ? Ответ на этот вопрос дают данные таблицы 1, из которых видно, что в фазу массовой бутонизации, массового цветения и в конце вегетации в листьях хлопчатника было определено содержание форм фо-сфорных соединений. Данные показы-вают, что в листьях хлопчатника в фазу массовой бутонизации наибольшее ко-личество фосфора приходится на долю водорастворимых фосфатов, куда вхо-дят минеральные и органические фор-мы, далее в порядке убывания идут не-уклопротеиды, фитин, фосфатиды и кислоторастворимые органические фо-сфаты.

Так, в фазе бутонизации на кон-троле количество водорастворимого неорганического фосфора составляло 0,200%, а по варианту H_{90} этот показате-ль достиг 0,238%. Содержание водо-растворимого минерального фосфора в фазе бутонизации по $H_{90}P_{180}$ было 0,275%, органические - 0,096%, нуклео-протеиды - 0,160%, фитин - 0,107%, фо-сфатиды - 0,078%, кислоторастворимые органические фосфаты - 0,078%, а по $H_{90}P_{180}K_{90}$ эти показатели составляли со-ответственно 0,290; 0,107; 0,155% 0,085; 0,091; 0,088%.

Под влиянием температуры (А.Н.Усманов) воздуха меняется содер-жание в листьях хлопчатника общего фосфора и распределение его по фор-мам фосфоросодержащих соединений. Как видно, к фазе массового цветения содержание органического и минераль-ного фосфора, а также нуклеопро-теидов, фосфати-дов и фитина в листьях растений увеличи-лось, что привело, в конечном итоге, к большему содержанию общего фосфора в листьях хлопчатни-

Таблица 1
Содержание фосфора и распределение его по формам соединений в листьях хлопчатника (2004)

№	Варианты	Фосфор общий	Распределение фосфора по формам					
			Водораство- римые фосфаты		фосфатиды	Нуклеопро-теиды	фитин	Кислотораствори- мые органические фосфаты
			минеральные	органические				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Массовая бутонизация								
1	Контроль	0,627	0,200	0,080	0,051	0,135	0,090	0,071
2	H_{90}	0,711	0,238	0,089	0,064	0,146	0,096	0,078
3	$H_{90}P_{90}$	0,794	0,275	0,096	0,078	0,160	0,107	0,078
4	$H_{90}P_{180}$	0,696	0,245	0,072	0,078	0,138	0,095	0,068
5	$H_{180}P_{90}$	0,773	0,260	0,095	0,078	0,146	0,109	0,085
6	$H_{90}P_{180}K_{90}$	0,816	0,290	0,107	0,091	0,155	0,085	0,088
Массовое цветение								
1	Контроль	0,667	0,210	0,092	0,045	0,147	0,100	0,073
2	H_{90}	0,758	0,245	0,107	0,061	0,158	0,100	0,087
3	$H_{90}P_{90}$	0,862	0,296	0,118	0,065	0,181	0,111	0,091
4	$H_{90}P_{180}$	0,805	0,281	0,112	0,069	0,160	0,111	0,072
5	$H_{180}P_{90}$	0,839	0,285	0,114	0,068	0,166	0,113	0,093
6	$H_{90}P_{180}K_{90}$	0,867	0,301	0,116	0,066	0,186	0,092	0,106
В конце вегетации								
1	Контроль	0,536	0,188	0,038	0,036	0,121	0,083	0,070
2	H_{90}	0,585	0,201	0,042	0,050	0,128	0,095	0,069
3	$H_{90}P_{90}$	0,671	0,243	0,051	0,061	0,142	0,098	0,076
4	$H_{90}P_{180}$	0,617	0,227	0,044	0,052	0,130	0,094	0,070
5	$H_{180}P_{90}$	0,670	0,250	0,049	0,054	0,136	0,100	0,081
6	$H_{90}P_{180}K_{90}$	0,733	0,281	0,058	0,073	0,139	0,092	0,090

Таблица 2
Содержание фосфора и распределение его по формам соединений в листьях хлопчатника (2005)

№	Варианты	Фосфор общий	Распределение фосфора по формам					
			Водораство- римые фосфаты		Фосфатиды	Нуклеопро-теиды	Фитин	Кислотораствори- мые органические фосфаты
			Минеральные	Органические				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Массовая бутонизация								
1	Контроль	0,687	0,245	0,092	0,057	0,108	0,140	0,045
2	H_{90}	0,778	0,270	0,098	0,078	0,127	0,155	0,050
3	$H_{90}P_{90}$	0,912	0,300	0,114	0,100	0,133	0,180	0,085
4	$H_{90}P_{180}$	0,839	0,285	0,102	0,087	0,135	0,125	0,105
5	$H_{180}P_{90}$	0,812	0,295	0,105	0,100	0,137	0,130	0,045
6	$H_{90}P_{180}K_{90}$	0,930	0,318	0,117	0,098	0,137	0,165	0,095
Массовое цветение								
1	Контроль	0,828	0,255	0,152	0,054	0,112	0,160	0,095
2	H_{90}	0,917	0,270	0,180	0,081	0,135	0,175	0,075
3	$H_{90}P_{90}$	1,104	0,307	0,234	0,096	0,156	0,190	0,120
4	$H_{90}P_{180}$	0,971	0,290	0,167	0,089	0,140	0,180	0,105
5	$H_{180}P_{90}$	1,007	0,306	0,252	0,096	0,128	0,140	0,085
6	$H_{90}P_{180}K_{90}$	1,140	0,312	0,262	0,092	0,156	0,195	0,123
В конце вегетации								
1	Контроль	0,474	0,145	0,070	0,046	0,103	0,083	0,027
2	H_{90}	0,585	0,205	0,055	0,053	0,117	0,102	0,053
3	$H_{90}P_{90}$	0,714	0,245	0,086	0,058	0,123	0,130	0,075
4	$H_{90}P_{180}$	0,651	0,240	0,066	0,050	0,120	0,097	0,078
5	$H_{180}P_{90}$	0,624	0,220	0,080	0,052	0,112	0,087	0,073
6	$H_{90}P_{180}K_{90}$	0,734	0,265	0,095	0,064	0,125	0,133	0,052

ка. Если учесть, что наступление фазы цветения у растений совпадало с более благоприятными темпе-ратурными условиями воздуха, то это еще раз под-тверждает значение температуры в поглощении фос-

фора и его превращение в растительном организме.

Что касается хлопчатника на варианте безвнесения фосфора (вариант 2), следует отметить, что в конце вегетации в листьях обнаружено форм фосфоросодержащих соединений значительно меньше по сравнению с другими вариантами.

Следует также отметить, что в большинстве вариантах опыта содержание общего фосфора и его других соединений в листьях хлопчатника в конце вегетации, за исключением неуклеопротеидов, в урожай и связано с понижением энергии физиолого-биохимических процессов в растении к концу вегетации.

Установлено, что наибольшее количество фосфоросодержащих соединений находится в ядрах семян и в листьях, меньшее в стверках коробочек и еще меньшее в стеблях на протяжении всего периода вегетации (таб. 2, 3).

В первый период роста в стеблях хлопчатника накапливаются водорастворимые органические фосфаты, фосфатиды и фитин, которые включаются в обмен и к концу вегетации количество их значительно уменьшается. Даже в неудобренном варианте остаются следы. Данные, полученные З.Н.Каштановой подтверждают эти данные.

Так, в фазу бутонизации на контроле количество водорастворимого неорганического фосфора составляло 0,072%, а по варианту $H_{90}P_{90}$ этот показатель достиг 0,113%. Из данных видно, что внесение минеральных удобрений в условиях Ширванской степи способствует накоплению всех форм фосфоросодержащих соединений в стеблях хлопчатника.

В большинстве случаев в опытах содержание органических форм фосфорных соединений повышалась до доз $H_{90}P_{90}K_{90}$.

При дальнейшем увеличении доз H_{180} кг/га содержание этих форм фосфатов в стеблях не увеличивалось, а наоборот, к уборке уменьшалось. Это свидетельствует о том, что при повышенных дозах удобрений нуклеопротеиды и фосфаты позднее включались в обмен, в результате чего снижалось накопление органических

Содержание фосфора и распределение его по формам соединений в стеблях хлопчатника (2004)

№	Варианты	Фосфор общий	Распределение фосфора по формам					
			Водорастворимые фосфаты		Фосфатиды	Нуклеопротеиды	Фитин	Кислоторастворимые органические фосфаты
			Минеральные	Органические				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Массовая бутонизация								
1	Контроль	0,178	0,072	0,009	0,011	0,054	0,013	0,019
2	H_{90}	0,222	0,094	0,018	0,011	0,063	0,017	0,018
3	$H_{90}P_{90}$	0,287	0,113	0,021	0,017	0,082	0,027	0,027
4	$H_{90}P_{180}$	0,252	0,109	0,012	0,020	0,071	0,020	0,020
5	$H_{180}P_{90}$	0,270	0,111	0,018	0,014	0,080	0,023	0,024
6	$H_{90}P_{90}K_{90}$	0,297	0,116	0,022	0,020	0,091	0,030	0,018
Массовое цветение								
1	Контроль	0,199	0,093	0,012	0,008	0,052	0,016	0,018
2	H_{90}	0,258	0,109	0,022	0,010	0,068	0,026	0,023
3	$H_{90}P_{90}$	0,305	0,118	0,024	0,011	0,094	0,032	0,026
4	$H_{90}P_{180}$	0,273	0,111	0,016	0,016	0,083	0,024	0,023
5	$H_{180}P_{90}$	0,290	0,114	0,023	0,014	0,091	0,025	0,023
6	$H_{90}P_{90}K_{90}$	0,315	0,188	0,024	0,016	0,100	0,032	0,025
В конце вегетации								
1	Контроль	0,119	0,060	следы	следы	0,0401	0,008	0,011
2	H_{90}	0,168	0,086	0,011	следы	0,051	0,009	0,011
3	$H_{90}P_{90}$	0,230	0,101	0,014	0,010	0,072	0,014	0,019
4	$H_{90}P_{180}$	0,212	0,100	0,011	0,012	0,065	0,010	0,014
5	$H_{180}P_{90}$	0,226	0,100	0,012	0,012	0,070	0,013	0,019
6	$H_{90}P_{90}K_{90}$	0,244	0,105	0,012	0,013	0,082	0,015	0,017

Таблица 4
Содержание фосфора и распределение его по формам соединений в стеблях хлопчатника (2005)

№	Варианты	Фосфор общий	Распределение фосфора по формам %					
			Водорастворимые фосфаты		Фосфатиды	Нуклеопро-теиды	Фитин	Кислоторастворимые органические фосфаты
			Минеральные	Органические				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Массовая бутонизация								
1	Контроль	0,203	0,068	0,010	0,014	0,069	0,025	0,017
2	H_{90}	0,238	0,087	0,009	0,016	0,074	0,032	0,020
3	$H_{90}P_{90}$	0,324	0,127	0,018	0,022	0,085	0,045	0,027
4	$H_{90}P_{180}$	0,294	0,102	0,016	0,021	0,081	0,037	0,037
5	$H_{180}P_{90}$	0,278	0,110	0,010	0,019	0,075	0,036	0,028
6	$H_{90}P_{90}K_{90}$	0,286	0,100	0,025	0,023	0,076	0,038	0,024
Массовое цветение								
1	Контроль	0,221	0,077	0,013	0,015	0,076	0,018	0,022
2	H_{90}	0,258	0,090	0,012	0,018	0,089	0,034	0,014
3	$H_{90}P_{90}$	0,314	0,125	0,010	0,024	0,091	0,037	0,027
4	$H_{90}P_{180}$	0,295	0,105	0,022	0,020	0,086	0,039	0,023
5	$H_{180}P_{90}$	0,269	0,112	0,011	0,018	0,076	0,033	0,019
6	$H_{90}P_{90}K_{90}$	0,377	0,127	0,021	0,025	0,090	0,040	0,034
В конце вегетации								
1	Контроль	0,112	0,045	следы	0,010	0,0146	следы	0,011
2	H_{90}	0,150	0,053	следы	0,014	0,051	0,013	0,019
3	$H_{90}P_{90}$	0,192	0,065	0,011	0,018	0,050	0,024	0,024
4	$H_{90}P_{180}$	0,181	0,059	0,007	0,016	0,054	0,019	0,025
5	$H_{180}P_{90}$	0,182	0,055	0,006	0,016	0,051	0,016	0,038
6	$H_{90}P_{90}K_{90}$	0,214	0,069	0,013	0,020	0,058	0,022	0,032

фосфатов и замедлялось созревание хлопчатника. Из этого следует, что дозы $H_{180}P_{90}$ или $H_{90}P_{180}$ не вполне благоприятны для усвоения растительным организ-

мом.

Количество фосфоросодержащих соединений в семенах хлопчатника изменяется в зависимости от места расположения коробочек на кусте, зрелости семян, агротехники возделывания и, наконец, от уровня минерального питания.

Из данных таблицы 3 видно, что большая часть фосфоросодержащих соединений находится в ядрах семян, где фосфор накапливается преимущественно в органической форме.

Так, на контроле содержание водорастворимого органического фосфора было 0,190%, нуклеопротеиды - 0,324, фосфатиды - 0,078%, фитин - 0,056%, кислоторастворимые органические фосфаты 0,844%, а по $H_{90}P_{180}$ эти показатели составляли соответственно 0,266; 0,325; 0,175; 0,062; 1,106%.

В наших опытах внесение калия в ядрах семян тоже способствовало не только накоплению та называемых неперевариваемых белков-нуклеопротеидов и остальных форм фосфорных соединений.

Содержание фосфорных соединений как в других частях хлопчатника, так и в створках изменяется от доз и соотношений минеральных удобрений.

Таким образом, влияние минеральных удобрений на накопление в органах хлопчатника различных фосфоросодержащих соединений зависит от периода роста растений, от степени обеспеченности их P_2O_5 , от скорости ее поступления в растения, от условий, позволяющих развить растению соответствующие темпы роста и т.д.

Таблица 5

Содержание фосфора и распределение его по формам соединений в ядрах семян и створках коробочек хлопчатника (2004)

№	Варианты	Фосфор общий	Распределение фосфора по формам %					
			Водорастворимые фосфаты		Фосфатиды	Нуклеотениды	Фитин	Кислотораство- римые органи- ческие фосфаты
			Минераль- ные	Органические				
В ядрах семян								
1	Контроль	1,592	0,018	0,190	0,160	0,324	0,056	0,844
2	H ₉₀	1,658	0,025	0,216	0,130	0,319	0,060	0,908
3	H ₉₀ Π ₉₀	1,987	0,044	0,266	0,175	0,325	0,062	1,106
4	H ₉₀ Π ₁₈₀	1,829	0,028	0,255	0,170	0,306	0,070	1,000
5	H ₁₈₀ Π ₉₀	1,915	0,029	0,222	0,148	0,356	0,080	1,080
6	H ₉₀ Π ₉₀ K ₉₀	2,117	0,035	0,336	0,140	0,414	0,092	1,100
В створках коробочек								
1	Контроль	0,195	0,085	0,018	0,014	0,041	0,016	0,021
2	H ₉₀	0,241	0,096	0,027	0,019	0,060	0,019	0,020
3	H ₉₀ Π ₉₀	0,340	0,132	0,028	0,032	0,092	0,026	0,030
4	H ₉₀ Π ₁₈₀	0,291	0,125	0,023	0,021	0,075	0,025	0,022
5	H ₁₈₀ Π ₉₀	0,317	0,130	0,026	0,031	0,078	0,028	0,024
6	H ₉₀ Π ₉₀ K ₉₀	0,358	0,140	0,024	0,031	0,090	0,028	0,032

Таблица 6

Содержание фосфора и распределение его по формам соединений в ядрах семян и створках коробочек хлопчатника (2005)

№	Варианты	Фосфор общий	Распределение фосфора по формам %					
			Водорастворимые фосфаты		Фосфатиды	Нуклеотриды	Фитин	Кислотораство- римые органи- ческие фосфаты
			Минераль- ные	Органичес ие				
В ядрах семян								
1	Контроль	1.631	0,024	0,205	0,135	0,310	0,041	0,916
2	H ₉₀	1.691	0,019	0,196	0,150	0,326	0,040	0,960
3	H ₉₀ P ₉₀	2.150	0,056	0,224	0,180	0,328	0,076	1.286
4	H ₉₀ P ₁₈₀	1.784	0,031	0,240	0,160	0,314	0,066	0,973
5	H ₁₈₀ P ₉₀	2.080	0,058	0,307	0,168	0,366	0,075	1,106
6	H ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	2.164	0,044	0,320	0,175	0,400	0,095	1,130
В створках коробочек								
1	Контроль	0,222	0,090	0,010	0,018	0,054	0,021	0,029
2	H ₉₀	0,259	0,078	0,049	0,022	0,062	0,024	0,024
3	H ₉₀ P ₉₀	0,331	0,145	0,020	0,028	0,084	0,029	0,025
4	H ₉₀ P ₁₈₀	0,305	0,120	0,033	0,024	0,080	0,022	0,026
5	H ₁₈₀ P ₉₀	0,294	0,130	0,015	0,028	0,077	0,031	0,013
6	H ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,345	0,139	0,020	0,027	0,094	0,025	0,040

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л., "Наука", 1987, с.352. 2. Белоусов М.А. Вопросы физиологии и удобрения хлопчатника. Ташкент, изд. МСХ Уз., 1972, с. 245. 3. Джафаров М.И. Использование питательных элементов в хлопково-люцерновом севообороте. "Хлопок", №5, 1988, с.36-37. 4. Исаев Б.И., Якубганов О. Использование питательных веществ в зависимости от условий возделывания. "Хлопководство, 1983, №2, с.37-38. 5. Минеев В.Г. Агрохимия. Изв. "Московский университет", 1990, с. 486. 6. Cəfərov M.İ. Torpağın xassələri və kübrələrin tətbiqi. Bakı, "Elm", 2006. 7. Cəfərov M.İ. Torpaqşünaslıq. Bakı, "Elm", 2005, s.458.